

W ostatnich latach inspirowani biologicznymi motorami molekularnymi naukowcy próbują konstruować sztuczne "mikrouz dzenia", które wykonują pracę lub samopopychają się w środowisku ciekłym. Jest to trudne zadanie bowiem standardowe prawa fizyczne nie obowiązują w nanoskali.

Na przykład, w makroskali mechanizm popychu bazuje na przekazie pędu do otaczającego go płynu. Taki mechanizm nie może pracować dla cząstek o rozmiarach nano i mikrometrycznych dla których efekty bezwładności są zdominowane przez lepkość i siły powierzchniowe. Potrzebne są nowe strategie do rozwoju samopopychających się mikroobjektów.

Jednym z podejść jest próba naśladowania organizmów naturalnych takich jak bakteria *E. Coli* czy *Spiroplasma* i projektowanie sztucznych "pływaków", które poruszają się w wyniku cyklicznej nieodwracalnej w czasie deformacji kształtu. Innym podejściem jest wykorzystanie transportu foretycznego. Na przykład, w dyfuzjoforezie, asymetryczny rozkład rozpuszczonych cząstek generuje przepływ hydrodynamiczny rozpuszczalnika wokół koloidu. Ponieważ koloid i otaczająca go cieczą warstwa przypowierzchniowa są mechanicznie izolowane, zachowanie pędu wymaga, aby ten przepływ wprowadził cząstkę w ruch. Taki foretyczny mechanizm transportu został użyty w projektowaniu samopopychających się mikrocząstek. Idee były, aby cząstka samoistnie tworzyła gradient, który

powoduje ukierunkowany ruch. Pomysł ten udało się zrealizować u cząstek Janusa (które są cząstkami złożonymi z dwóch połówek o różnych własnościach fizycznych). Dla zachodzenia samodyfuzjoforezy, cząstki muszą być pokryte asymetrycznie katalizatorem, który aktywuje chemiczne reakcje w otaczającym rozpuszczalniku generując gradienty produktów reakcji wzdłuż powierzchni koloidu

Interesującą alternatywą tworzenia samopopychających się cząstek zaproponowała niedawno grupa prof. Bechingera na Uniwersytecie w Stuttgarcie. Idee były użycie cząstek Janusa pokrytych w połowie metalem i rozproszonych w mieszaninie dwóch cieczy blisko punktu krytycznego rozmieszczenia i grzanie laserem. Ciepła metalowa absorbuje energię lasera i przemienia ją w ciepło, które jest następnie uwalniane do otoczenia.

To generuje gradient temperatur w poprzek cząstki i wzdłuż jej chwilowej orientacji co z kolei powoduje lokalne rozmieszczenie rozpuszczalnika i popychanie cząstki. Zaobserwowano, że przy popychu zależy od intensywności wiązki laserowej i jest rzędu kilku mikronów na sekundę dla niskich intensywności.

Mechanizm samopopychania zaproponowany w grupie Bechingera ma tę zaletę, że może być subtelna regulacja aktywnego ruchu Browna przy niskiej intensywności napromieniowania, która wyklucza siły optyczne.

Co więcej, ponieważ rozmieszczenie krytycznego rozpuszczalnika zachodzi tylko lokalnie, "paliwo" napędzające mikrocząstkę regeneruje się natychmiast po przesunięciu się cząstki w nowy rejon próbki.

Bechinger i jego grupa pokazali do wiadczalnie jak cząstki Janusa nawigują przez otoczenie o skomplikowanej strukturze przypominającej warunki panujące wewnątrz komórek, w żywych organizmach czy też w układach lab-on-a-chip.

Skomplikowany mechanizm transportu aktywowanych wiązką samopopychaczy nie jest dobrze zrozumiany. Nie jest jasne czy ruch jest wynikiem samodyfuzjoforezy czy raczej jest spowodowany balansem strumieni dyfuzyjnych i konwekcyjnych. Celem projektu jest głębsze wniknięcie w te zagadnienia poprzez systematyczne teoretyczne i numeryczne badania. Samopopychające się obiekty pływające posiadają ogromny potencjał jako autonomiczne środki do lokalizacji, odbierania i dostarczania nanoskopowych obiektów, np., przy dostarczaniu leków, w terapii genetycznej lub bioremediacji. Układy koloidalne stanowią interesującą możliwość realizacji sztucznych

obiektów pływających ponieważ ich skala przestrzenna i czasowa jest łatwo dostępna i może podlegać manipulacji.

Projekt przyczyni się do znacznego postępu naszej wiedzy o aktywnej materii z korzyścią dla rozwoju i zastosowania nowych technologii wykorzystujących samo-popychające się transportery w polskim przemyśle.